

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-365262

(43)Date of publication of application : 18.12.2002

(51)Int.Cl. G01N 27/447  
C12M 1/00

(21)Application number : 2002-079914

(22)Date of filing : 22.03.2002

(71)Applicant :

(72)Inventor :

HITACHI LTD

FURUKAWA TAKAYASU

SHIMODA NORIYUKI

KASAI SHOZO

UKAI SEIICHI

OKISHIMA YOSHIYUKI

MORIOKA TOMONARI

SHIMIZU YASUSHI

TANAKA HIROYUKI

(30)Priority

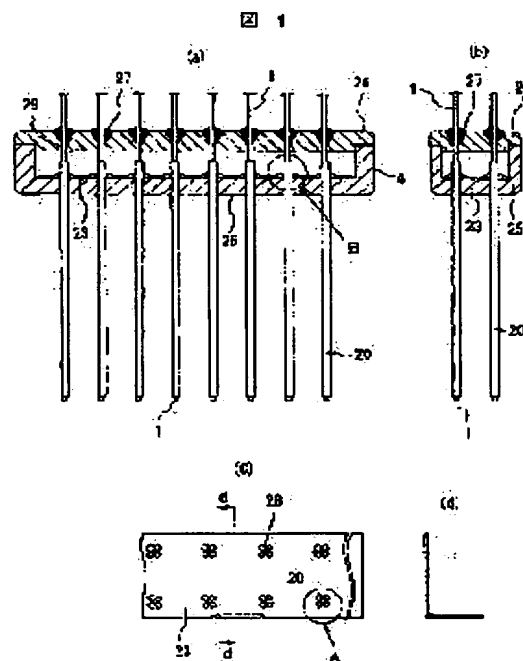
Priority number : 2001103274 Priority date : 02.04.2001 Priority country : JP

## (54) CAPILLARY ARRAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate the connection of a connection plate for applying high voltage to the electrode of a capillary array device with an electrode.

SOLUTION: The connection plate 23 and a hollow electrode 20 are connected by a solderless spring joining method or by a method utilizing the bulk modulus force of the connection plate 23. By this constitution, both of them can be fixed by inserting the hollow electrode 20 in the connection plate 23 to facilitate the production of a capillary array. Further, since both of them are joined under pressure by spring force or bulk modulus force, a contact resistance value can be reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-365262  
(P2002-365262A)

(43) 公開日 平成14年12月18日 (2002. 12. 18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 N 27/447

C 1 2 M 1/00

識別記号

F I

C 1 2 M 1/00

G 0 1 N 27/26

テーマコード\* (参考)

A 4 B 0 2 9

3 3 1 E

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-79914(P2002-79914)

(22) 出願日 平成14年3月22日 (2002. 3. 22)

(31) 優先権主張番号 特願2001-103274(P2001-103274)

(32) 優先日 平成13年4月2日 (2001. 4. 2)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 古川 貴康

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造  
統括本部那珂事業所内

(72) 発明者 下田 紀之

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立国際電気内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

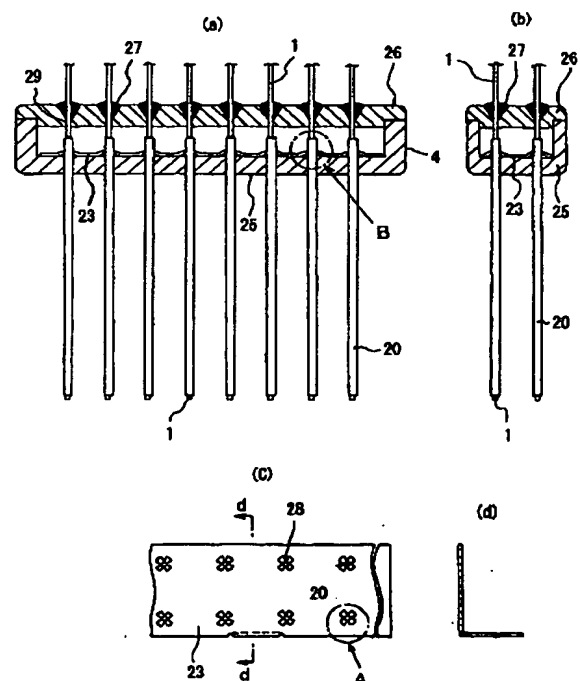
(54) 【発明の名称】 キャピラリアレイ装置

(57) 【要約】

【課題】 キャピラリアレイ装置の電極に高電圧を供給する接続板と電極との接続を容易にする。

【解決手段】 接続板23と中空電極20の接続方法をはんだレスのばね接続とする。もしくは、接続板23と中空電極20の接続方法を、接続板の体積弾性力を利用した方法とする。これにより接続板23に中空電極20を差し込むことで両者を固定することができキャピラリアレイの生産が容易となる。また、ばね力又は体積弾性力により両者が圧着するため、接触抵抗値を小さくすることができる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のキャピラリと、前記複数のキャピラリを長さ方向の途中で整列保持し当該整列保持した複数のキャピラリに光照射するための開口とキャピラリから発せられた発光を取り出すための開口とを備えるウインドユニットと、試料注入端において前記複数のキャピラリ及び電極を保持するロードヘッダと、他方の端部において前記複数のキャピラリを束ねて保持するキャピラリヘッドとを含むキャピラリアレイ装置において、前記ロードヘッダは、ホルダーと、ホルダーに固定された複数の中空電極と、前記中空電極の外側面にばね接触した導電性の接続板とを備え、前記複数のキャピラリはそれぞれ対応する中空電極を通り先端が当該中空電極から露出していることを特徴とするキャピラリアレイ装置。

【請求項2】請求項1記載のキャピラリアレイ装置において、前記中空電極及び接続板はオーステナイト系ステンレス鋼からなることを特徴とするキャピラリアレイ装置。

【請求項3】請求項1又は2記載のキャピラリアレイ装置において、前記接続板と前記中空電極とは、前記中空電極の外側面と前記接続板のエッジとで電気接続していることを特徴とするキャピラリアレイ装置。

【請求項4】請求項1、2又は3記載のキャピラリアレイ装置において、前記接続板は、各中空電極の周囲に対称に設けられた複数の爪状ばねによって前記中空電極の外側面にばね接触していることを特徴とするキャピラリアレイ装置。

【請求項5】請求項4記載のキャピラリアレイ装置において、前記接続板の複数の爪状ばねの内接円は前記中空電極の外径より小さく、前記接続板を前記中空電極の上端から差し込んで組み立てたことを特徴とするキャピラリアレイ装置。

【請求項6】請求項4又は5記載のキャピラリアレイ装置において、前記中空電極の外側面と前記接続板の爪状ばねとの接触面圧が5～10MPaであることを特徴とするキャピラリアレイ装置。

【請求項7】請求項1記載のキャピラリアレイ装置において、前記接続板は導電性ゴム板又は導電性プラスチックからなることを特徴とするキャピラリアレイ装置。

【請求項8】請求項1～7のいずれか1項記載のキャピラリアレイ装置において、前記中空電極は前記ホルダーに一体モールド成形されていることを特徴とするキャピラリアレイ装置。

【請求項9】請求項1～8のいずれか1項記載のキャピラリアレイ装置において、前記接続板と前記中空電極とのばね接触部を大気から遮断したことを特徴とするキャピラリアレイ装置。

【請求項10】試料を分離する分離媒体が充填され、試料を導入する試料注入端を有する複数のキャピラリ

と、複数の該キャピラリのレーザ光照射部（前記試料から蛍光を生じさせるためのレーザ光が前記キャピラリを透過する部分）を並列に保持する検知部と、前記試料注入端の近傍を保持する中空電極が配置され、該中空電極と電気的に接続される導電性接続部材を備えたロードヘッダと、他方の端部を保持するキャピラリヘッドとを含むキャピラリアレイであって、前記導電性接続部材が、前記中空電極との接触面を有し、かつ、前記接触面を体積弾性力により圧着するキャピラリアレイ。

【請求項11】請求項10記載のキャピラリアレイにおいて、前記導電性接続部材が、導電性ゴムであることを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項12】請求項10記載のキャピラリアレイにおいて、前記中空電極が、オーステナイト系ステンレス鋼からなることを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項13】請求項10記載のキャピラリアレイにおいて、前記中空電極の外側面の断面形状が円であることを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項14】請求項10記載のキャピラリアレイにおいて、前記ロードヘッダが、前記中空電極と前記導電性接続部材との接触面の近傍の前記導電性接続部材を圧縮する圧縮部材を備えていることを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項15】請求項14記載のキャピラリアレイにおいて、前記中空電極が、複数の圧縮部分（前記圧縮部材によって圧縮された前記導電性部材の部分）の間に存在することを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項16】請求項10記載のキャピラリアレイにおいて、前記中空電極の一端がフレア形状であることを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項17】請求項10記載のキャピラリアレイにおいて、前記導電性部材が高電圧接触子と直接接触することを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項18】試料を分離する分離媒体が充填され、試料を導入する試料注入端を有する複数のキャピラリと、複数の該キャピラリのレーザ光照射部（前記試料から蛍光を生じさせるためのレーザ光が前記キャピラリを透過する部分）を並列に保持する検知部と、前記試料注入端の近傍を保持する中空電極が配置され、該中空電極と電気的に接続される導電性接続部材を備えたロードヘッダと、他方の端部を保持するキャピラリヘッドとを含むキャピラリアレイを有する電気泳動装置であって、前記導電性接続部材が、前記中空電極との接触面を有

し、かつ、前記接触面を体積弾性力により圧着するキャピラリアレイを有する電気泳動装置。

【請求項 19】試料を分離する分離媒体が充填され、試料を導入する試料注入端を有する複数本のキャピラリと、複数本の該キャピラリのレーザ光照射部（前記試料から蛍光を生じさせるためのレーザ光が前記キャピラリを透過する部分）を並列に保持する検知部と、前記試料注入端の近傍を保持する中空電極が配置され、該中空電極と電気的に接続される導電性接続部材を備えたロードヘッダと、他方の端部を保持するキャピラリヘッドとを含むキャピラリアレイを定置できる電気泳動装置であって、

前記導電性接続部材が、前記中空電極との接触面を有し、かつ、前記接触面を体積弾性力により圧着するキャピラリアレイを定置できる電気泳動装置。

【請求項 20】試料を分離する分離媒体が充填され、試料を導入する試料注入端を有する複数本のキャピラリと、複数本の該キャピラリのレーザ光照射部（前記試料から蛍光を生じさせるためのレーザ光が前記キャピラリを透過する部分）を並列に保持する検知部と、前記試料注入端の近傍を保持する中空電極が配置され、該中空電極と電気的に接続される導電性接続部材を備えたロードヘッダと、他方の端部を保持するキャピラリヘッドとを含むキャピラリアレイであって、前記ロードヘッダが、前記中空電極を保持する本体部と、前記中空電極との接触面を有し、かつ、前記接触面を体積弾性力により圧着する導電性接続部材と、前記接触面の近傍において前記導電性部材と接する部分を有する蓋部とを少なくとも含み、前記本体部、前記導電性接続部材、及び前記蓋部の少なくとも一つが、前記中空電極の長手方向と垂直な方向への前記本体部、前記導電性接続部材、及び前記蓋部の相対的移動を防止する部材を備えていることを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項 21】請求項 20 記載のキャピラリアレイにおいて、前記中空電極の一端がフレア形状であることを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項 22】請求項 20 記載のキャピラリアレイにおいて、前記中空電極と前記本体部が樹脂を介して固定されていることを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項 23】請求項 20 記載のキャピラリアレイにおいて、前記導電性接続部材が導電性ゴムであることを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項 24】請求項 20 記載のキャピラリアレイにおいて、前記中空電極が、複数の圧縮部分（前記圧縮部材によって圧縮された前記導電性部材の部分）の間に存在するこ

とを特徴とするキャピラリアレイ。

【請求項 25】試料を分離する分離媒体が充填され、試料を導入する試料導入部を有する複数本のキャピラリと、複数本の該キャピラリのレーザ光照射部（前記試料から蛍光を生じさせるためのレーザ光が前記キャピラリを透過する部分）を並列に保持する検知部と、前記試料注入端の近傍を保持する中空電極が配置され、該中空電極と電気的に接続される導電性接続部材を備えたロードヘッダと、他方の端部を保持するキャピラリヘッドとを含むキャピラリアレイの生産方法であって、前記ロードヘッダが、少なくとも、前記中空電極を保持する本体部と、前記中空電極との接触面を有し、かつ、前記接触面を体積弾性力により圧着する導電性接続部材と、前記接触面の近傍において前記導電性部材と接する部分を備える蓋部から構成され、前記本体部、前記導電性接続部材、及び前記蓋部の少なくとも一つが、前記中空電極の長手方向と垂直な方向への前記本体部、前記導電性接続部材、及び前記蓋部の相対的移動を防止する部材を備えており、以下の手順を含むキャピラリアレイの生産方法。

（1）前記本体部と前記蓋部との間に前記導電性接続部材を配置する手順

（2）前記本体部と前記蓋部を前記中空電極の長手方向に圧縮して、前記導電性接続部材と前記中空電極を接触して、前記本体部と前記蓋部を接合するキャピラリアレイの生産方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、DNA や蛋白質などの試料を分離分析するキャピラリアレイ電気泳動装置、電気泳動装置に組み込まれるキャピラリアレイ、及び該キャピラリアレイの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】複数のキャピラリを組み合わせるキャピラリアレイ装置を構成し、各キャピラリに電気泳動媒体と分析または分離すべき試料を供給、泳動させて、対象となる試料を分離、分析などに利用する技術はよく知られている。また、蛍光物質で標識された DNA、蛋白質などの試料をキャピラリに供給する技術は、米国特許第 5366608 号、第 5529679 号、第 5516409 号、第 5730850 号、第 5790727 号、第 5582705 号、第 5439578 号、第 5274240 号などに記載されている。分離、分析のスループットの観点からすると、平板ゲルを用いた電気泳動法よりもマルチキャピラリを用いた方が多くの利点がある。特開平 9-96623 号公報にキャピラリアレイ電気泳動装置が記載されている。

【0003】図 2 はキャピラリアレイ装置の説明図である。1 本 1 本のキャピラリ 1 は、外径が 0.1 ~ 0.7 mm、内径が 0.02 ~ 0.5 mm で、外被はポリイミド樹脂

コーティングされている。キャピラリ自体は石英パイプであり複数本（数本から数10本が一般的である）のキャピラリを配列してキャピラリアレイ装置を構成する。キャピラリアレイ装置は、蛍光標識されたDNAサンプル等が入った試料容器から電気泳動でキャピラリにサンプルを取り込むロードヘッダ4、複数のキャピラリを整列配置するためのセパレータ16、ロードヘッダ4のサンプル番号順にキャピラリ1を配列固定する検知部（ウインドウユニット）5、複数本のキャピラリを束ねて接着したキャピラリヘッド17を備える。ロードヘッダ4には、キャピラリに泳動電圧を印加するための中空電極20が設けられている。検知部（ウインドウユニット）5は、整列保持した複数のキャピラリに光照射するための開口とキャピラリから発せられた発光を取り出すための開口とを備える。尚、本発明にかかる検知部5は、複数のキャピラリのレーザ光照射部（試料から蛍光を生じさせるためのレーザ光がキャピラリを通過する部分）を並列に保持できる機能を備えれば十分である。

【0004】図3は電気泳動システムを示す概略図である。図2に示したキャピラリアレイ装置は、ロードヘッダ4から突出した中空電極20及びキャピラリ1の試料注入端が蛍光標識されたDNAサンプルを入れた試料容器2を複数入れたサンプルトレイ3に浸漬され、他端のキャピラリヘッド17は緩衝液13が入った緩衝液容器14に耐圧気密で取り付けられる。緩衝液容器14とロードヘッダ4には高電圧電源15から15kV前後の高電圧印加され、緩衝液容器からキャピラリ内に入れた緩衝液により試料容器の試料が電気泳動されて試料を分離する。

【0005】レーザ光源6は、ミラー7、ビームスプリッタ8、集光レンズ9等からなる励起光学系によって検知部（ウインドウユニット）5に励起光を照射する。励起光照射によってキャピラリ中を泳動している試料から発せられる信号光である蛍光10は、検出レンズ系11を介してCCDカメラ12で検出される。検出された信号は、信号処理演算装置21で演算処理される。

【0006】図示の例の電気泳動システムは、電気泳動するDNAや蛋白質の入ったキャピラリアレイ装置の両側面からレーザ光を照射し、キャピラリのレンズ作用によってレーザ光を集光させることにより全てのキャピラリに励起光を照射し、各キャピラリからの蛍光を検出光学系によって検出する。

【0007】ロードヘッダ4の目的は試料をサンプリングするほかに、試料と緩衝液容器14間に高電圧を印加するための試料容器側の中空電極20となっている。図4は従来のロードヘッダの構造を示す図で、16本のキャピラリ1はそれぞれステンレススチール（以下、SUSと記す）の細いパイプからなる中空電極20に差し込まれ、試料側先端は中空電極よりわずかに出ていてエポキシ系の接着剤27で固定されている。16本の中空電

極20は予め図5に示すようにはんだ付け層22に接続板23とともに厳しい公差で整列セットされ、はんだ24で接続板23に接合されている。SUSパイプ電極を使用する理由は、分離分析する試料や試薬が腐食性であるためである。

【0008】接合された中空電極20と接続板23はプラスチックのホルダー25に組み込まれ、フタ26をホルダー25に超音波接合して固定される。その後、ホルダー25と中空電極20は気密と固定をするため接着剤27で外側から接着され、ロードヘッダは完成する。キャピラリ1は、抜け防止のためと高電圧のリクが無いようにフタ26に接着剤27で封止される。接続板23の一部は90°曲げられてホルダー25に設けた開口から高電圧接触子（図には記されていない）が接続できる構造となっている。

【0009】なお、キャピラリアレイ装置は数10回使用すると所望の特性が得られなくなるため廃棄処分される消耗品である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】以上述べた従来のロードヘッダには下記のような問題があった。

（1）ロードヘッダ組み立て時に接着や接合などの作業が多く、製作に時間を要し、コスト高である。

（2）接着や接合などの作業は作業者の技量、作業条件や環境の影響を受け易く信頼性が悪い。

（3）接続板とSUSの電極のはんだ付作業では強酸のフラックスを使用するため、イオン性の不純物となり、電気泳動が損なわれる。したがって、細い電極の内外は高品質の洗浄が必要である。

【0011】本発明は、キャピラリアレイ装置に試料を取り込み、電気泳動のための高電圧を印加するキャピラリアレイ装置のロードヘッダを安価でクリンに製造可能な構造とすること、また、長期的にも信頼性のある構造とすることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の一態様においては、キャピラリアレイ装置のロードヘッダに設けられる複数の電極と接続板との電気接続方法を、はんだを使用しない、ばね接触とすることで前記目的を達成する。また、接着作業を少なくするため、プラスチックのホルダーと電極を一体モールドで成形し、信頼性を高める。さらに、接触部の信頼性を高めるため、接触部を接着剤または導電性接着剤でカバーして大気から接触部を遮断することで接触部表面に電気抵抗の大きい酸化被膜が発生しないようにする。

【0013】すなわち、本発明によるキャピラリアレイ装置は、複数のキャピラリと、複数のキャピラリを長さ方向の途中で整列保持し当該整列保持した複数のキャピラリに光照射するための開口とキャピラリから発せられた発光を取り出すための開口とを備えるウインドウユニ

ットと、試料注入端において複数のキャピラリ及び電極を保持するロードヘッドと、他方の端部において複数のキャピラリを束ねて保持するキャピラリヘッドとを含むキャピラリアレイ装置において、ロードヘッドは、ホルダーと、ホルダーに固定された複数の中空電極と、中空電極の外側面にばね接触した導電性の接続板とを備え、複数のキャピラリはそれぞれ対応する中空電極を通り先端が当該中空電極から露出していることを特徴とする。

【0014】中空電極及び接続板は耐食性の高い SUS 304 又は SUS 316 などのオーステナイト系ステンレス鋼とするのが好ましい。

【0015】接続板と中空電極とは、中空電極の外側面と接続板のエッジとで電気接続させ接触面圧を高めるのが好ましい。

【0016】また、接続板は、各中空電極の周囲に対称に設けられた複数の爪状ばねによって中空電極の外側面にばね接触させるのが好ましい。

【0017】接続板の複数の爪状ばねの内接円を中空電極の外径より小さく（70～85％程度が良い）設定し、接続板を中空電極の上端から差し込んで組み立てるのが好ましい。

【0018】中空電極の外側面と接続板の爪状ばねとの接触面圧は 5～10 MPa であることが好ましい。

【0019】接続板の材質は、金属、導電性ゴム板、導電性プラスチック等とすることができる。

【0020】中空電極はホルダーに一体モールド成形するのが好ましい。

【0021】また、接続板と中空電極とのばね接触部を大気から遮断するようにしてもよい。具体的には、ばね接触部に接着剤を塗布することで大気から遮断することができる。接着剤は導電性接着剤としてもよい。導電性接着剤の導電性物質はニッケル粒子が好ましい。また、接着剤はエポキシ系接着剤が好ましい。

【0022】本発明の他の態様は、キャピラリの試料注入端と同時に試料に浸される複数の中空電極と電気接続する導電性の接続板が、その体積弾性力により中空電極と密着するキャピラリアレイ電気泳動装置及びキャピラリアレイである。好適には、中空電極は弾力性に富む接続板に形成された孔を貫通して固定される。これにより、接続板に中空電極を差し込むことで両者を固定することができ、また、中空電極と接続板との接触面が圧着されるため、接触抵抗値を小さくすることができる。

【0023】本発明の他の態様は、複数の中空電極が固定されたホルダーとフタとの間に弾性力を有する接続板を配置し、ホルダーとフタを挟むことによりロードヘッドを作成する方法である。これにより、中空電極と接続板を電氣的に接続し、ホルダーとフタを接合してロードヘッドを作成することができる。好適には、ロードヘッド完成時に、ホルダーとフタが中空電極と接続板との近傍の接続板を圧縮する様にロードヘッドを設計する。こ

れにより、中空電極と接続板の圧着力をより大きくすることができる。

【0024】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【実施の形態 1】図 6 に、ばねの締付力で中空電極と接続板の電気接続をしたロードヘッド構造の一例を示す。

図 6（a）はロードヘッドの正面断面図、図 6（b）はフタを外してみた上面図、図 6（c）は側断面図である。

【0025】図 7 は、図 6 に示したロードヘッドに組み込まれる接続板の形状を示す図である。図 7（a）は接続板の上面図、図 7（b）は正面図、図 7（c）は側面図である。

【0026】図 6 から判るように、ホルダー 25 には 2 列に 16 本の中空電極 20 が接着剤 27 で精度良く接着固定されており、2 列の中空電極間に図 7 に示す接続板 23 が押し込まれている。接続板 23 の幅 w は 2 列の中空電極 20 間の内法より 10％程度広く作り、端を U 字状に曲げた接触部 28 と中空電極 20 間にばね力が発生し、所望の接触面圧が得られる。ホルダー 25 に固定された 2 列の中空電極 20 の間に接続板 23 を押し込んだ後でフタ 26 を接合し、フタ 26 に設けたキャピラリガイド孔 29 からキャピラリ 1 を中空電極 20 に差し込みロードヘッドを組み立てる。以上によりはんだを使用しないロードヘッド構造が得られる。

【0027】しかし、この構造では次の問題があることが判った。

（1）接続板 23 のばね力で中空電極 20 が外側に曲げられ、フタ 26 を接合するとフタに設けたキャピラリガイド孔 29 と中空電極の芯ずれが生じ、キャピラリが中空電極に通せないことがある。

（2）2 列の中空電極 20 間内法のばらつきにより接触面圧がばらつき、湿度試験や振動試験で接触抵抗が大きく変化する。

【0028】図 1 に、以上の問題を解決した好適なロードヘッドの一例を示す。図 1（a）はロードヘッドの断面図を示し、図 1（b）は側断面図、図 1（c）は接続板の要部を示す上面図、図 1（d）は図 1（c）の d-d 断面図である。

【0029】ホルダー 25 と電極用のオーステナイト系の中空電極 20 をインジェクションモールドすることによって、中空電極 20 をホルダー 25 に一体モールド成形して組み込んだ。これによりホルダー 25 と中空電極 20 との接着作業を省略することができる。インジェクションモールドでは、ホルダーを製作する金型の上型と下型に中空電極が入る穴が加工してあり、金型に中空電極をセットした状態で樹脂を圧入して一体成形する。この場合、電極表面が汚れているとホルダーから中空電極が抜けやすくなるため、使用する電極は充分洗浄して使用することが大事である。樹脂の注入圧力は 40～60

MPaで、使用する樹脂の種類により金型の温度は変わる。このようにして製作した中空電極20とホルダー25は寸法精度が良く、従来法では接着後に電極の曲がりを補修していたが、一体成型品では補修が不要となり、原価低減の効果が一層大きい。

【0030】また、接続板23は図1(c)に示すように各電極の周囲に複数の爪30を対称に配置して接触部とし、中空電極20を曲げる力が発生しないようにした。接続板23の材質は、ばね力を大きくするために、また腐食耐性を高めるため、中空電極20と同じオーステナイト系のSUS板とした。

【0031】以下詳細に接続板の取付方法を説明する。中空電極20を一体モールド成形したホルダー25の上に接続板23を乗せ、16本の中空電極20の内径と接触部の芯を合わせる。

【0032】図8は、この時の接触部上面の拡大図、すなわち図1(c)のA部拡大図である。図8中の一点鎖線の円は、4個の爪30の内接円31である。爪30の内接円は中空電極20の外径に比べて20%程度小さくして、組み込んだ後のばね性が得られるようにしている。

【0033】また、図9は、中空電極20と接続板23との接触部の拡大側面図、すなわち図1(a)のB部拡大図である。

【0034】接続板23は矢印の方向に押し込まれて中空電極の外周面を爪30がこすりながら組み込まれる。この時、両者の表面にある不動態被膜が破れて金属同志の接続となる。なお、接続板23はプレス加工で図9の矢印方向に打抜いて作られ、爪部30の断面は図からも判るように下側にエッジができ接触面圧が大きくなるようにしている。爪30の数は接触部の大きさや加工方法にもよるが3~6個が適当である。この時の接触面圧は5~10MPaで、これを越えると中空電極20の変形につながり、中空電極20にキャピラリー1が入らなくなる。接触抵抗は0.05Ωから数Ωが得られ、腐食性のガス試験や湿度試験などの環境試験でも殆ど変わることが無いことを確認した。図8では爪の先端が直角になっているが、実用的には0.2R程度の丸みが有っても接触抵抗に差が無いことを確認した。

【0035】なお、中空電極20の側面と接続板23の爪30の接触面圧Pは、爪30が中空電極20を押す力をF、接触部面積をSとして、下式で求められる。

$$【0036】 P = F / S$$

ここで、接触部面積Sは $0.5 \sim 1.0 \times 10^{-4} \text{cm}^2$ 程度であり、力Fは爪30の曲がり角度と力の関係を応力解析すると、爪30の材料をステンレスの0.2mm厚さの板で、 $\theta$ が12~15度に曲がるように爪30の長さで中空電極の径を選ぶと、図10に示すように、Fとして45~65グラムが得られた。この時の接触圧Pは4.4MPa~12.7MPaとなり、内数として5~10

MPaであれば良いことになる。

【0037】接続板23の別の材質として、導電性ゴムや導電性プラスチック等の非金属材料でも良い。この場合は接触部形状は、円や多角形でも良い。また、接触抵抗は数Ωから数10kΩが許容されるように設計されると実用的である。

【0038】図11は、導電性ゴムを用いて作製した接続板23の例を示す図である。導電性ゴムは、厚さが0.5~1.0mmのゴム材に炭素粉や金属粉を混入して導電性を与えたもので、中空電極の外径の1/4~3/4程度の内接円となるように爪部の孔をあけたもので、中空電極20の上から矢印のように押し込む。中空電極の上部がフレア状であり、開口部の径が円柱部の径より20~30%大きい場合も、ゴムは復元力が大きいので、バネと同じく接続板を保持する効果が得られる。爪部に設けた割り溝33は、接続板を差し込みやすいように設けたものである。ゴム剤としてはNR、NBRやEPDMゴムが良い。また、ゴムのばね性を増すため硬度を70以上とすると接触圧も大きく得られる。

【0039】図12は、導電性プラスチックを使用して作った接続板23の例を示す図である。導電性プラスチックは厚さ0.1mm前後のものが一般的に使用されている。材質はポリアセチレン、金属粉混入プラスチック、金属メッキフィルムや金属蒸着フィルムであっても良く、図には、円孔の内側に接触爪30を複数個設けた例を示している。円孔でなく、切込みだけでも電気接続が可能である。

【0040】このように、導電性ゴムや導電性プラスチック等の非金属材料で接続板23を作ると、爪の変形が大きくても塑性変形が少なく安定した特性が得られる。また、安価な抜型で作製できるという利点もある。

【0041】キャピラリーレイ装置がより厳しい環境や輸送条件で使用される場合や、構造上適切な接触面圧が得られない場合には、中空電極20と接続板23の爪30のSUS接触部の界面に不動態被膜が生じないように酸化性の大気や水分から接触部を遮断するのが望ましい。これにより接触抵抗は安定に保持できる。

【0042】具体的には、図13に示すように、中空電極20と接続板23の爪30のSUS接触部の界面に接着剤27を塗布して硬化させ、酸化性の大気や水分から接触部を遮断する。これにより不動態被膜の発生や不動態被膜の増大を阻止することができ、安定した接触抵抗が保たれる。また、接触部が接着剤27で固定されるため効果は倍増する。なお、一般的に接着剤は絶縁体であるが、安心のためには接着剤に導電性粒子を混ぜた導電性接着剤27を使用すればよい。導電性粒子としてはニッケルなどが良い。接着剤としては安価で強度が大きく、耐水性の良いエポキシ系接着剤が最適である。

【実施の形態2】本実施例は、弾力性のある接続板を中空電極が貫通し、接続板の体積弾性力で中空電極が接続

板に圧着されているロードヘッダ、及びその製造方法である。以下、図 14～図 18 を参照に本実施例を説明する。

【0043】本実施例のロードヘッダを図 14 (a)～(d) に示す。(a) は断面図を示し、(b) は側断面図、(c) は接続板を示し、(d) は図 14 (a) の A についての詳細図を示す。

【0044】ロードヘッダは、96 本の中空電極 20 と、96 本の中空電極と接合し、中空電極に高電圧を印加するための電気泳動装置の高電圧接触子と接続される接続板 23 と、中空電極 20 を  $8 \times 12$  のマトリックス状に配置し、その内部に接続板を包含するプラスチック製のホルダー 25 と、ホルダー 25 に超音波で接合して固定されるフタ 26 から構成され、中空電極 20 に高電圧を印加するための高電圧端子用プラグ 101 と、ロードヘッダを電気泳動装置に嵌合接続するための凹状のガイド 102 を備える。

【0045】このロードヘッダを電気泳動装置本体に取り付ける際は、ガイド 102 を電気泳動装置本体の凸状レールに嵌めて連結する。また、高電圧端子用プラグ 101 に電気泳動装置の高電圧接触子を差し込み、中空電極 20 に電気泳動のための高電圧を印加できる状態とする。ここで、高電圧端子用プラグ 101 は、ホルダー 25 に形成された開口であり、接続板 23 に形成されたタグ 133 をロードヘッダの外部に露出させている。

【0046】96 本のキャピラリー 1 は、それぞれステンレススチールの細いパイプからなる中空電極 20 に差し込まれ、試料側先端は中空電極よりわずかに出ているエポキシ系の接着剤 27 で固定されている。SUS パイプ中空電極を使用する理由は分離分析する試料や試薬が腐食性であるためである。

【0047】接続板 23 は、図 14 (c) に図示するように板状の部材であり、中空電極 20 を貫通させるための貫通穴（差込位置）131 が  $8 \times 12$  のマトリックス状に形成され、ホルダー 25 に設けられたガイドピン 128 と嵌め合わせりホルダー 25 と接続板 23 の位置ズレを防止する穴 130 と、高電圧接触子と接続するタグ 133 を備えている。接続板の材質は、弾力性と導電性がある部材であり、好適には導電性ゴムである。

【0048】図 14 (d) に示すように、中空電極 20 は、弾力性のある接続板 23 に設けられた穴（差込位置）131 を貫通し、中空電極が穴 131 を押し広げることによる接続部材の弾力性により結合している。より具体的には、中空電極 20 の外形面と接続板の穴（差込位置）131 の内面とが密着し、接続板 23 の弾力性（体積弾性力）により結合の度合いが増している。このため、中空電極と接続板の接触抵抗値が小さくなり、各中空電極 20 と接続板との接触抵抗率が均一になるため、各キャピラリーごとの分離能を一定に担保することができる。また、各中空電極と接続板とのはんだ付けが不要と

なる。

【0049】中空電極とホルダーの固定は、ホルダーに形成された、中空電極の外形より大きい孔に中空電極を差し込み、その隙間に接着剤 27 を充填して行われる。接着剤がホルダー上面から反対側の下面にまで達するようにすると、前記隙間が接着剤により確実に塞がれる。一般に狭い隙間に入り込んだ液体の除去は毛細管現象のため難しく、狭い隙間に隙間に入り込んだ試料はコンタミネーションの要因となるが、本実施例ではホルダーと中空電極との間に隙間が存在しないため、コンタミネーションを回避できる。

【0050】図 15 (a)、(b) に、接続板の体積弾性力により中空電極に加わる力の状態を示す。図 15

(a) に示すように、中空電極は対向する接続板の体積弾性力 ( $F_1$ ,  $F_2$ ) により挟持されることにより保持される。特に、中空電極の全外側面が接続板と接触する場合、中空電極は全ての方向から弾力性をうけるため、どの方向から中空電極に負荷が加えられても中空電極を元の状態に戻そうとする復元力が生じる。特に中空電極の一断面が円である場合は、復元力（弾力性）が全方向から均等に加わるため、復元性が増す。

【0051】接続板の一部であるタグ 133 は、折り曲げられている。これは、タグの高電圧接触子との接触面を、ロードヘッダの電気泳動装置への取り付け方向と直角にすることで、高電圧接触子の取り付け機構を簡略化するためである。また、高電圧接触子はタグと直接接触する。金属等の導電性部材を介して間接的に接続する場合に比べ、導電性部材間の接触抵抗値の個体差の問題が回避できるためである。本実施例において、中空電極は、接続板のみを介して高電圧接触子と電気的に接続されるため、上記接触抵抗値の個体差の問題を回避でき、キャピラリー間のみならず、キャピラリーアレイ間の分離能の均一化を図ることができる。

【0052】以下、図 16～図 18 を参照して、本実施例にかかるロードヘッダの作成方法を説明する。

【0053】図 16 (a) に示すように、中空電極を接着したホルダーの上に接続板を乗せ、ホルダーに設けられた凸状のガイドピン 128 と接続板の穴 130 を合致させることで、中空電極の中心と接続板の差込位置 131 の中心を揃える。ここで、ゴムシート端部のタグ 133 は、あらかじめホルダーの溝 134 の形状に沿って折り曲げられて、挿入される。また、中空電極は、ガイドに設けられた中空電極挿入用穴に差し込まれ、その先端を置き台 136 により固定され、中空電極と中空電極挿入穴の隙間を樹脂で充填することで、ホルダーに接着される。これにより、96 本の中空電極先端の位置合わせを高精度に行うことができる。

【0054】また、中空電極の先端部は、図 16 (b) に示すように、端部から離れるに従い開口が段々と小さくなるフレア形状をしている。先端の開口が大きい

め、中空電極にキャピラリを挿入する作業が容易となる。特に、中空電極を接続板に差し込み、フタをホルダーに超音波で固着した後に、96本のキャピラリをフタと中空電極に容易に挿入することができる。フタに設けられたキャピラリの通過穴と中空電極との距離が小さく、前記通過穴より中空電極先端の開口が大きいためである。

【0055】次に図17(a)に示すように、接続板上の96ヶ所の差込位置に順に中空状で穴のあいた中空電極挿入用135を覆い被せる。接続板は差込前に $\phi 0.5$ mm程度の針で突き破られているため、中空電極を所定の位置にスムーズに挿入できる構造となっている。尚、中空電極20を挿入する前の貫通穴は、接続板の弾性力により閉じていることが好ましい。そうすることにより、中空電極20と接続板の接触圧が増大するためである。差込位置周囲の接続板を矢印の方向(中空電極の長手方向)に押し込むことにより、中空電極の差込位置周囲に負荷が生じ、中空電極が接続板を突き破る。これにより、中空電極が接続板に密着した状態となる。

【0056】図17(b)は、中空電極挿入用135の差込口の形状(c)を示す。差込口はドーナツ形状であり、その内径は中空電極外形より若干大きい程度が好ましい。内径が小さいと差し込みが面倒になり作業効率が悪化し、内径が大きいと中空電極付近の接続板がめくれてしまうためである。

【0057】また、図18に示すように、中空電極と接続板の上部に接着剤27を塗布して硬化させる。接着剤は、強度、耐水性が良く安価なエポキシ系接着剤が最適である。これにより、酸化性の大気や水分から接触部が遮断されるため、不動態皮膜の発生や増大を阻止でき、接触抵抗の劣化を抑制することができる。また、中空電極と接続板の接触圧を増大することができる。特に、氷点下となる飛行機の貨物室を利用して空輸される場合等、キャピラリアレイが過酷な環境下で輸送・保管される際の性能低下を防止できる。

【0058】なお、接着剤27として導電性粒子を混ぜた導電性接着剤を使用すれば、中空電極と接続板との接触抵抗をより低減することができる。導電性粒子としては、銀、ニッケル、及びカーボンなどが好適である。

【0059】本実施例によれば、中空電極と接続板との接触抵抗値を低減することができるため、高電圧電源の安定性に起因するキャピラリ中の試料に印加される電気泳動電圧の変動を小さくできる。また、各中空電極と接続板の接触状態を同一の状態とできる。従って、電気泳動装置の分離能を向上できる。

【0060】また、中空電極と接続板の電氣的接続を非常に容易に行うことができる。

【実施の形態3】本実施例は、ロードヘッド生産工程における接続板の穴に中空電極を挿入する作業とホルダーにフタを超音波で接合する作業を一度に実施する方法で

ある。以下、図19、図20を参照して本実施例の内容を説明する。尚、図19(a)は超音波接合前の状態、図19(b)は接合後の状態、図19(c)は図19(b)のDに示した接合後の中空電極近傍の詳細、図20は生産のフローをそれぞれ示す。

【0061】まず、実施例2と同様の方法で、ホルダー25に96本の中空電極20を固定する。

【0062】次に、図19(a)に示すとおり、接続板23とフタ26を、96本(12行8列)の中空電極が接着剤で精度よく固定されたホルダーの上に、接続板23、フタ26の順に重ね合わせ配置する。この時、接続板23の穴130とフタ26に設けた合わせ溝137は、ホルダー25に設けられた複数のガイドボス138に合致させておく。これにより、ホルダー25、接続板23及びフタ26の位置ズレを防止することができる。この状態では接続板の穴は中空電極に差し込まれていない。

【0063】そして、超音波を発するホーン140でフタ26に負荷をかける。フタ26に設けた円周状のリブ139が接続板23の穴131の周囲を押して中空電極20を接続板23に突き差し、接続板23はホルダー25と接触する位置に移動する。

【0064】最後に、円環状のリブ139が接続板23の穴131の周囲をさらに押し込むことでホルダーとフタが接触し、その直後、図19(b)に示すように、ホルダー25とフタ26は超音波で接合される。以上により、フタとホルダーを挟み込む動作のみで、96本の中空電極を接続板に貫通させることができる。

【0065】図21(a)~(c)に、以上の方法により作成されたロードヘッドを示す。図22(a)はロードヘッドの部分断面詳細図、図22(b)は部分断面側面図、図21(c)は図21(a)のEについての詳細図である。本実施例において、リブ139とホルダー25と接続板23を所定の寸法とすることにより、リブ139が中空電極と接続板23との圧着力を増大させるロードヘッドを製造することができる。図19(c)を参照して説明すると、円環状のリブ139が中空電極周囲の接続板を圧縮し、接続板23に中空電極長手方向への力(F)を加えるため、中空電極周囲の接続板が圧縮される。これにより、接続板23がリブ139から離れる方向に押し出されるため、中空電極20に加わる体積弾性力(F')が増加する。従って、中空電極20と接続板23の圧着力が増大し、接触抵抗を減少させることができる。このように、ロードヘッドが中空電極と接続板との接触面の近傍を圧縮する機構を備えると、前記接触面の接触抵抗値を減少させることができる。

【0066】また、例えばリブ139が円管状である場合等、リブの1断面が凹形状であり、接続板の圧縮部分(前記リブによって圧縮された接続板の部分)に挟まれた領域に中空電極が存在すると、中空電極への対向する

体積弾性力がほぼ均等に増大するため、キャピラリの生産が容易になる。ここで、「近傍」とは接続板 23 の圧縮により、体積弾性力の増加が認められる範囲を意味する。

【0067】以上の生産方法において、ホルダー、接続板及びフタの形状が所定条件を満たすと、ホルダーにフタをスムーズに差し込み、かつ、接続板を圧縮することができる。以下、その条件式(1)～(4)を、図19(a), (b)に示す距離  $a \sim f$  に基づいて説明する。

【0068】ここで、距離  $a \sim f$  は以下の意味で用いられる。

$a$  ; 超音波接合前の接続板上面から、超音波接合後の接続板上面までの距離。

$b$  ; 超音波接合前の接続板上面から、超音波接合後の接続板下面までの距離。

$c$  ; 超音波接合後の接続板装着部下面からガイドボスの先端までの距離。

$d$  ; 超音波接合前の状態において、ホルダーとフタとが相対する部分の距離。

$e$  ; 超音波接合後の接続板装着部下面から、フタに設けられた合わせ溝が挿入する溝の最深面までの距離。

$f$  ; 合わせ溝の深さ。

$t$  ; 接続板の厚さ。

【条件式(1) ;  $b - a \leq t$ 】この条件式は、最終組み立て後における接続板の圧縮後の寸法条件を示す。この条件を満たすとき、超音波接合後のリップ 139 は、接続板 23 に接しているか、または、接続板 23 を圧縮している。一方、この条件を満たさないと、超音波接合後のリップ 139 は、接続板 23 と離れてしまう。

【条件式(2) ;  $a \leq d$ 】この条件式は、ホルダーとフタを超音波で接合する寸法条件を示す。この条件を満たすとき、ホルダーとフタを接合することができるが、この条件を満たさないと、ホルダーとフタの間に隙間が生じて接合することができない。

【条件式(3) ;  $c > a + t$ 】この条件式は、ガイドボスを合わせ溝で位置決めする寸法条件を示す。この条件を満たすとき、超音波接合前にガイドボス先端が接続板から突出しているため、ガイドボスを合わせ溝に連結することができ、ホルダーとフタの位置ズレを防止することができる。

【条件式(4) ;  $c + f > e$ 】この条件式は、ガイドボスの長さを決める寸法条件を示す。この条件を満たさないと、ガイドボスと合わせ溝が接触するため、ホルダーとフタを接合することができない。

【0069】本実施例では、ホルダーに凸状のガイドボス 138 が設けられ、フタに凹状の合わせ溝 137 が設けられ、接続板の穴の内径をガイドボス 138 の外形とほぼ同一にすることで、位置ズレ防止機構を構成している。しかし、位置ズレ防止機構の構成はこれのみに限定されるものではなく、図 22 (a), 図 22 (b) を参

照に、その変形例の一例を示す。

【0070】図 22 (a) は、ホルダーにボスの中央部が凹んだ形状の合わせ溝を設け、フタにそれと合致するガイドボスを設けた位置ズレ防止機構を有するロードヘッダの断面図を示す。

【0071】この時の必要条件は、次のようになる。

【条件式(1) ;  $b - a \leq t$ 】

【条件式(2) ;  $a \leq d$ 】

【条件式(3) ;  $g > a + t$ 】

【条件式(4) ;  $h + i > j$ 】

また、図 22 (b) は、フタにボスの中央部が凹んだ形状の合わせ溝を設け、接続板の穴とを合致させたロードヘッダの断面図を示す。この時接続板の穴径は合わせ溝よりも 0.5mm 程度小さくすると外れ防止となる。

【0072】この時、ホルダーにフタをスムーズに差し込むための条件式は、次のようになる。

【0073】【条件式(1) ;  $b - a \leq t$ 】

【条件式(2) ;  $a \leq d$ 】

【条件式(3) ;  $k > a + t$ 】

【条件式(4) ;  $l + k < e$ 】

ここで、図 22 (a), (b) に示す  $g \sim l$  は、以下の意味で用いられる。

$g$  ; 超音波で接合後の接続板装着部下面から合わせ溝の先端までの距離。

$h$  ; ガイドボスの長さ。

$i$  ; 合わせ溝の溝深さ。

$j$  ; 合わせ溝の最深面からガイドボス根元までの距離。

$k$  ; 合わせ溝の溝深さ。

$l$  ; 超音波で接合後の接続板装着部下面からガイドボスの先端までの距離。

$t$  ; 接続板の厚さ。

また、図示しないが、接続板が中空電極やリップと接する個所に凹状窪部を設けてもよい。このように、ホルダー、接続板、及びフタの少なくとも一つが、これら部材相互間の、中空電極の長手方向と垂直な方向への相対的移動を防止することで、中空電極と接続板を電氣的に接続し、ホルダーとフタを接合することができる。特に、96本の中空電極と接続板をほぼ均一な状態で接続することができるため、電気泳動装置の分離能を担保することができる。

【0074】本実施例により、ホルダーとフタとの挟みにより、中空電極が接続板と体積弾性力により接触するロードヘッダを備えたキャピラリアレイを生産することができる。また、好適には、中空電極周囲の接続板が圧縮されているキャピラリアレイを生産することができる。

【0075】

【発明の効果】本発明によると、分離能がよく、製作が容易で、信頼性の高いキャピラリアレイ、及びキャピラリアレイを備えた電気泳動装置を得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明によるロードヘッダの一例を示す図。

【図 2】 キャピラリアレイ装置の説明図。

【図 3】 電気泳動システムを示す概略図。

【図 4】 従来のロードヘッダの構造を示す図。

【図 5】 従来装置を説明する図。

【図 6】 ばねの締付力で電極と接続板の電気接続をしたロードヘッダ構造の一例を示す図。

【図 7】 接続板の形状を示す図。

【図 8】 接触部上面の拡大図。

【図 9】 電極と接続板との接触部の側面図。

【図 10】 爪の曲げ角度と爪が電極を押す力の関係を示す図。

【図 11】 導電性ゴムを用いて作製した接続板の例を示す図。

【図 12】 導電性プラスチックを使用して作った接続板の例を示す図。

【図 13】 接続板と電極との接触部を雰囲気から遮断する例を示す図。

【図 14】 実施例 2 にかかるロードヘッダを示す図。

【図 15】 接続板が中空電極に及ぼす力を表した図。

【図 16】 実施例 2 にかかるロードヘッダの生産方法を示す図。

【図 17】 実施例 2 にかかるロードヘッダの生産方法を示す図。

【図 18】 中空電極と接続板との接着剤による固定を示す図。

す図。

【図 19】 実施例 3 にかかるロードヘッダの生産方法を示す図。

【図 20】 実施例 3 にかかるロードヘッダの生産方法のフロー図。

【図 21】 実施例 3 にかかるロードヘッダを示す図。

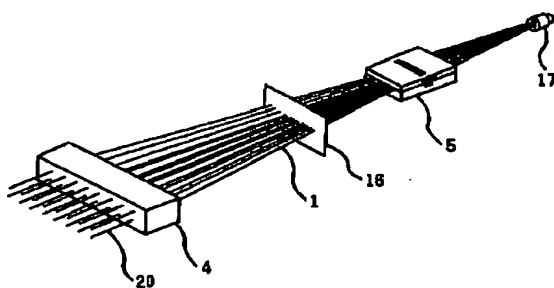
【図 22】 実施例 3 にかかるロードヘッダの生産方法の変形例を示す図。

## 【符号の説明】

1…キャピラリ、2…試料容器、3…サンプルトレイ、4…ロードヘッダ、5…検知部、6…レーザ光源、7…ミラー、8…ビームスプリッタ、9…集光レンズ、10…蛍光、11…検出レンズ系、12…CCDカメラ、13…緩衝液、14…緩衝液容器、15…高電圧電源、16…セパレータ、17…キャピラリヘッド、20…中空電極、21…信号処理演算装置、22…はんだ付け履、23…接続板、24…はんだ、25…ホルダー、26…フタ、27…接着剤、28…接触部、29…キャピラリガイド孔、30…爪、31…内接円、101…高電圧端子用プラグ、102…ガイド、128…ガイドピン、129…フレア形状、130130…接続板の穴、131…差込位置、132…導電性接着剤、133…タグ、134…ホルダーの溝、135…中空電極挿入履、136…置き台、137…合わせ溝、138…ガイドボス、139…リブ、140…ホーン。

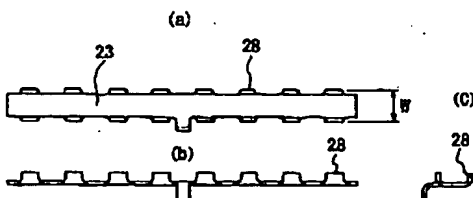
【図 2】

図 2



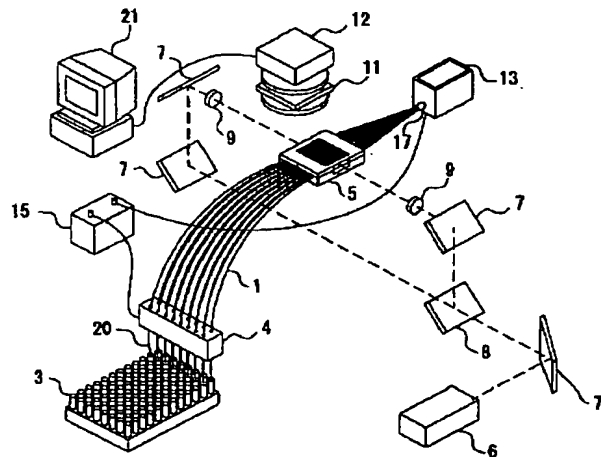
【図 7】

図 7



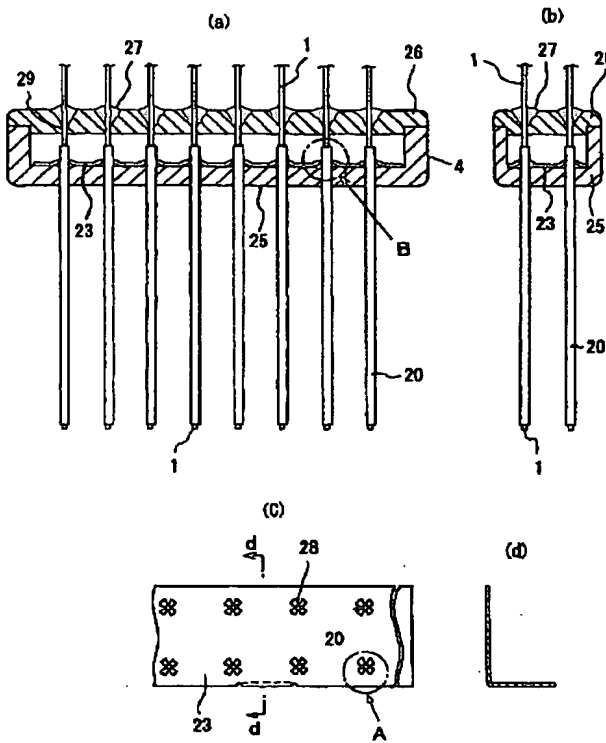
【図 3】

図 3



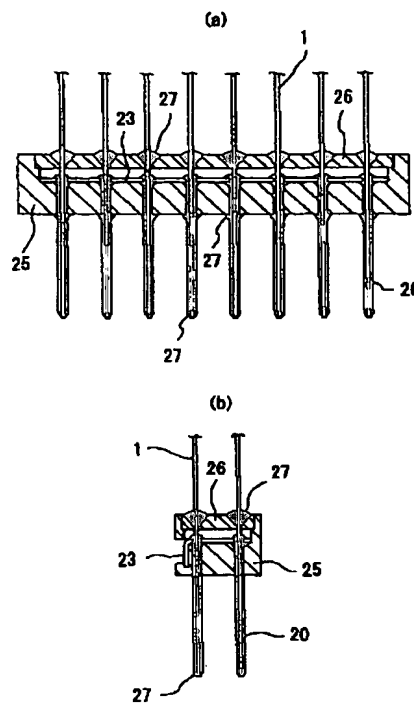
【図 1】

図 1



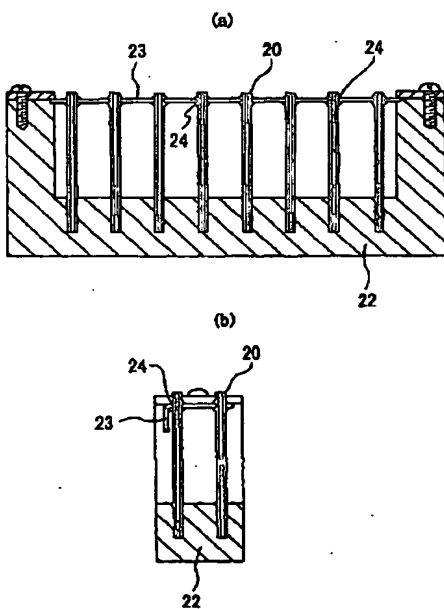
【図 4】

図 4



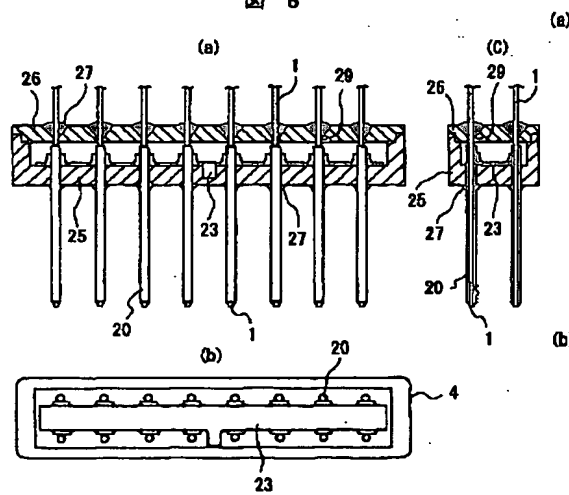
【図 5】

図 5



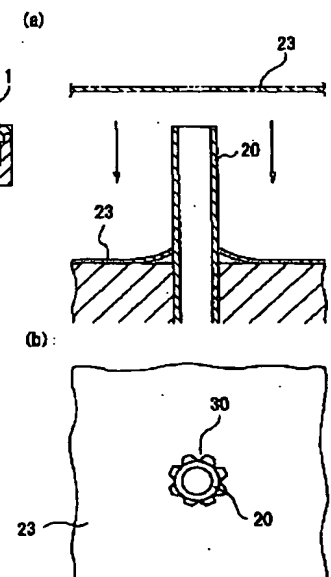
【図 6】

図 6



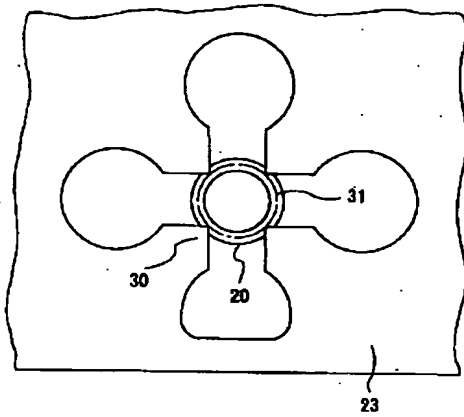
【図 12】

図 12



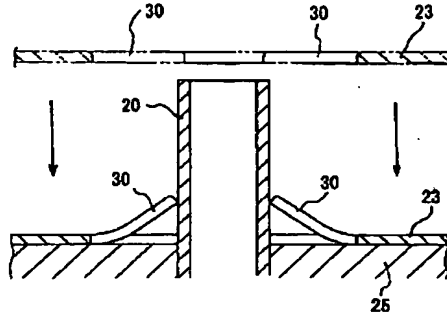
【図8】

図 8



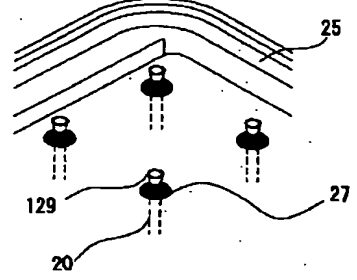
【図9】

図 9



【図18】

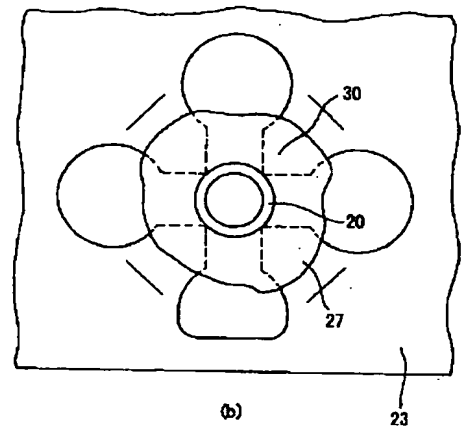
図 18



【図13】

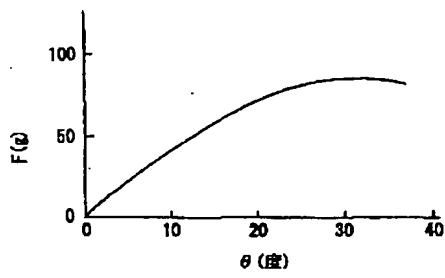
図 13

(a)



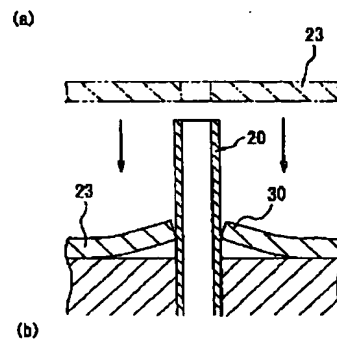
【図10】

図 10

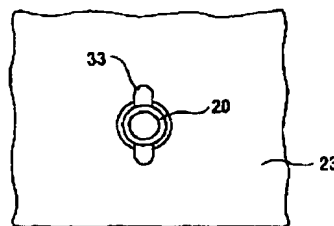


【図11】

図 11



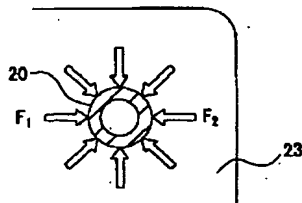
(b)



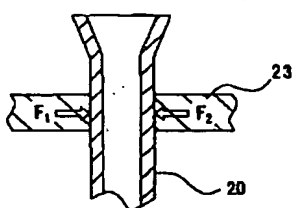
【図15】

図 15

(a)

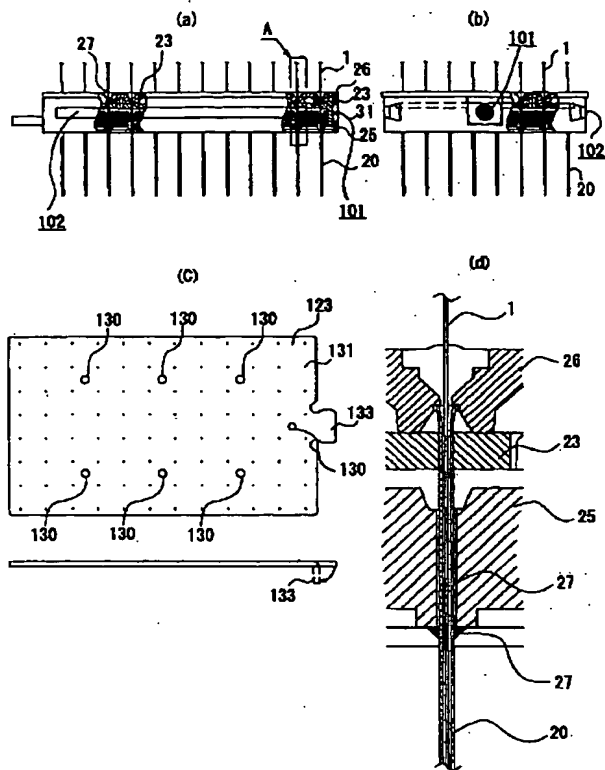


(b)



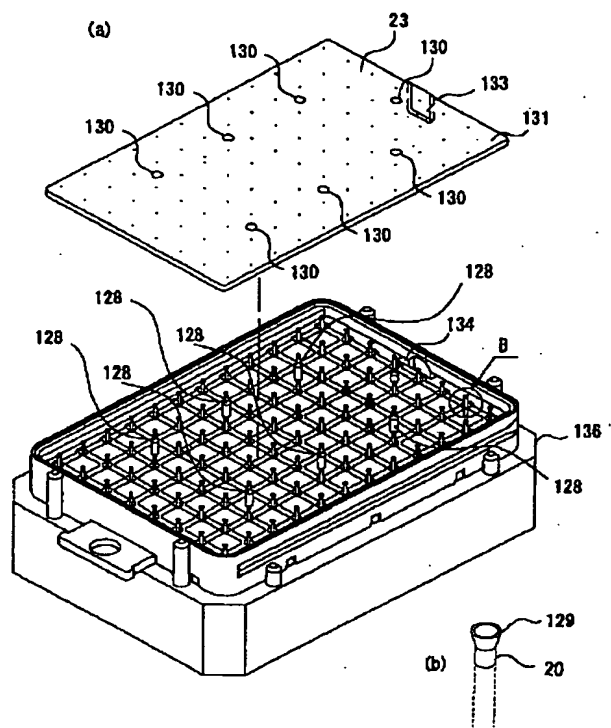
【図 14】

図 14



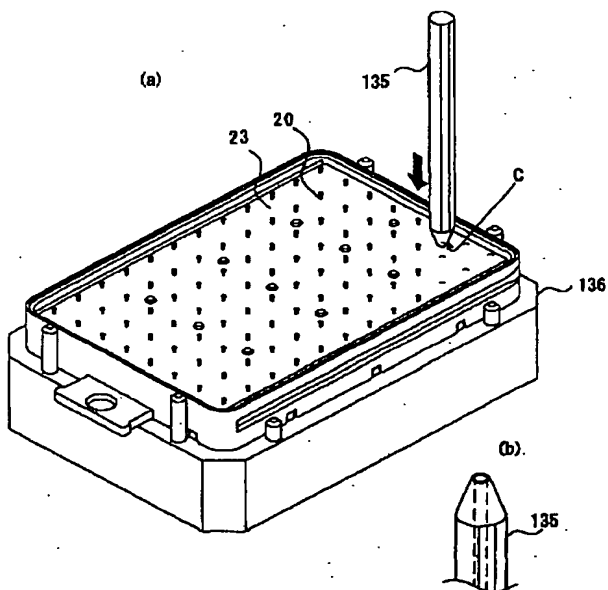
【図 16】

図 16



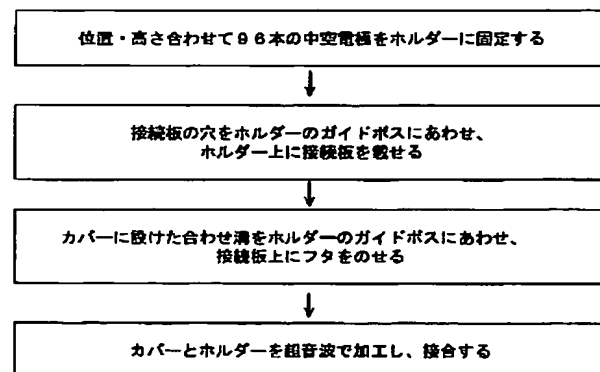
【図 17】

図 17



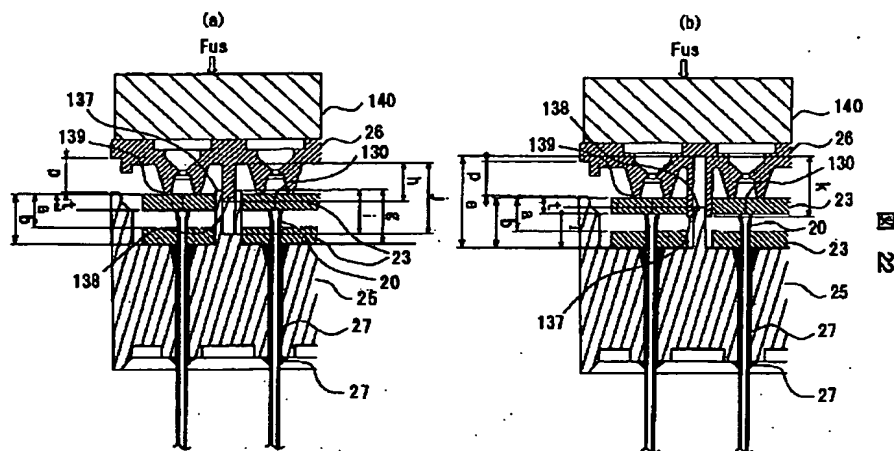
【図 20】

図 20





【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 葛西 省三  
茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株  
式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造  
統括本部那珂事業所内

(72)発明者 鶴飼 征一  
茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株  
式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造  
統括本部那珂事業所内

(72)発明者 沖島 由幸  
茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株  
式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造  
統括本部那珂事業所内

(72)発明者 盛岡 友成  
茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株  
式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造  
統括本部那珂事業所内

(72)発明者 清水 康司  
茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株  
式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造  
統括本部那珂事業所内

(72)発明者 田中 宏幸  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
株式会社日立製作所内

Fターム(参考) 4B029 AA07 FA12